Einige Strukturbilder von »körnigen bis dichten Meteoreisen«

Von

Friedrich Berwerth

k. M. Akad.

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 16. Mai 1918)

Vom wahren Gefüge der »körnigen bis dichten Meteoreisen« besaßen wir bis zum heutigen Tage ganz unzulängliche Kenntnisse. Selbst die sehr verdienstlichen Arbeiten von Cohen, Fahrenhorst, Sjöström, Hildebrand und Weinschenk über die chemische Zusammensetzung dieser Eisengruppe haben es nicht vermocht, trotz des Bestehens wechselweiser Beziehungen zwischen Zusammensetzung und Struktur in den Meteoreisen, uns die nötigen Aufklärungen zu bringen.

Dieser Umstand hat augenscheinlich Cohen beeinflußt, die körnigen und dichten Eisen, deren Struktur ihm ein verschlossenes Gebiet blieb, als eine Sammelgruppe bestehen zu lassen und erst innerhalb derselben eine Scheidung nach dem Nickelgehalte vorzunehmen. Diese chemischen Vorarbeiten haben dem Verfasser die Einteilung der »körnigen und dichten Eisen« in das von ihm aufgestellte »natürliche System der Eisenmeteoriten« sehr erleichtert. Wenn es wahr war, daß die Ausbildungsweise oder die Struktur der Meteoreisen eine Funktion des Nickelgehaltes ist, so mußten unter den körnigen und dichten Eisen solche mit sehr verschiedener Struktur vereinigt sein.

Zur Zeit der Herstellung der chemischen Analysen war es Cohen trotz seiner in dieser Richtung aufgewendeten Bemühungen aber nicht recht möglich, in gleich vollkommener

Weise wie die chemische Zusammensetzung auch die Struktur der Eisen richtig zu beobachten. Bei Anwendung der üblichen Mikroskopie und Ätzmethoden, wo schlechte Beleuchtungsart und tiefe Ätzung mehr das Durcheinander als das Nebeneinander im Gefüge aufzeigten, mußte bei den feinkrystallinen Eisen der Erfolg ausbleiben. Brauchbare Resultate waren nur durch Anwendung des neu eingeführten Metallmikroskops und der Änderung in der Handhabung der Ätzmethoden zu erwarten.

Mit der Einstellung eines Reichert'schen Metallmikroskops in das Inventar des Laboratoriums für chemische Technologie anorganischer Körper an der Technischen Hochschule in Wien hielt ich den Augenblick für gekommen, die dichten Meteoreisen auf ihre Ausbildungsweise zu prüfen. Über meine Fürsprache nahm der Vorstand des Laboratoriums Freiherr von Jüptner lebhaftes Interesse an der Sache und durch die Übernahme der Herstellung von Mikrophotographien durch den damaligen Assistenten Dr. E. Pfann wurde mein Vorhaben erheblich gefördert und ich bleibe Hofrat Freiherrn v. Jüptner und Dr. Pfann für die Ermöglichung erstmaliger illustrativer Darstellung mikroskopischer Meteoreisenstrukturen zu bleibendem Danke verpflichtet.

Als Vorbedingung zum Erhalte guter Bilder ist die Versuchsplatte mit einer den Höchstansprüchen genügenden Spiegelpolitur zu versehen. Zur Ätzung derart präparierter Platten wurde im gegenwärtigen Falle konzentrierte rauchende Salpetersäure verwendet. Deren Einwirkung wurde im Zustand der Tagestemperatur auf die Dauer von 1 bis 3 Minuten erstreckt. Wir haben dabei immer ein den mikroskopischen Ansprüchen gut entsprechendes Ätzbild erhalten.

Zur Darstellung wurden fast durchwegs Glieder der nickelreichen Gruppe feinkrystalliner Eisen gewählt, da hierbei lehrreiche Aufschlüsse über die Übergangsformen von den feinen und feinsten Oktaedriten zu den eutektoidisch-plessitischen Eisen und deren Ausbildungsweise zu erwarten waren, und ferner einiger Glieder der durch künstliche Erhitzung stark umgewandelten Eisen, deren Struktur sich durch

molekulare Umlagerung aus der ursprünglichen Struktur im festen Zustand herausgebildet hat.

Zur Bildaufnahme haben folgende Eisen gedient, deren Aufreihung dem steigenden Nickelgehalt folgt:

I. Dichte Eisen.

Nr.	Eisen	Ni	Co	Analytiker
1.	Chili (Dehesa)	11·97%	0·56%	(Dittler)
2.	Iquique	15·41%	0·94%	(Sjöström)
3. 4.	Capeisen, Capeisen	15·67%	0·95%	(Fahrenhorst)
5.	Howard Co. (Kokomo)	15·76%	1·07%	(Sjöström)
6.	Smithland	16·42%	0·94%	(Sjöström)
7.	Morradal	18·77%	1·18%	(Sjöström)
8.	San Cristobal	—	—	

II. Künstliche Metabolite.

Nr.	Eisen	Ni	Co	Analytiker
9.	Hammond	7·34%	1·01%	(Fahrenhorst)
10.	Rafrüti	9·54%	0·61%	(Fahrenhorst)
11.	Babbs-Mill (Blake'sches Eisen 1876)	11·09%	0·76%	(Fahrenhorst)
12.	Deep Springs Farm	13·44%	0·70%	(Fahrenhorst)
13.	Ternera	16·22%	1·42%	(Weinschenk)
14.	Babbs Mill (Troost'sches Eisen 1842)	17·74%	0·70%	Fahrenhorst)

Die Bilder sind schon im Frühjahr 1914 hergestellt worden und waren für eine gemeinsame Publikation mit Dr. Pfann bestimmt. Ende Juli brach der Krieg aus. Dr. Pfann rückte ins Feld. Ich legte die Arbeit vorläufig zurück in der Hoffnung, nach wenigen Monaten sie mit Dr. Pfann wieder aufnehmen zu können. Seither ist das Laboratorium zu Kriegsdiensten in Verwendung genommen. Mit der nun vier Jahre andauernden Kriegsbereitschaft sind die Versuchsplatten angelaufen und können zur Beschreibung der Bilder nicht mehr als verläßliche Unterlage dienen. Eine Neupräparierung ist

wegen Mangel an Hilfskräften voraussichtlich noch für lange Zeit nicht möglich. Es erscheint mir daher der Wendepunkt gekommen, die Bilder für die Allgemeinheit zu verwerten, bevor durch Zuwarten ihre Veröffentlichung überhaupt unmöglich wird. Sie veranschaulichen ganz bestimmte typische Strukturen, wie wir sie an selbständigen Meteoreisenfällen bisher noch nicht gekannt haben. Ich verspreche mir von ihrer Bekanntmachung eine tiefe Anregung zur Anstellung weiterer ähnlicher Versuche, um aus deren Vermehrung allmählich die richtige Leseart auch für Diffusionsvorgänge zu gewinnen. Die Bilder sind bei verhältnismäßig starker Vergrößerung aufgenommen und die Unterscheidung zwischen einzelnen Strukturgemengteilen nicht immer leicht, bis uns auch hier die Erfahrungen beobachtungssicher machen werden.

Das Bild 1 von Chili (Dehesa) offenbart uns die Ausbildungsform eines feinen Oktaedriten. Zwei zueinander semirost gestellte hellfarbige Balkensysteme vereinigen sich im ganzen zu einem Kamacitgitter, dessen Schnittebene sehr nahe einer Würfelfläche parallel liegt. Die gestreckten dunklen Füllmassen, die sich bei einiger Verzerrung immerhin der Rechtwinkligkeit des Kamacitnetzes einfügen, sind eutektoider Plessit. Die hellen Punkte in den dunklen Feldern entsprechen dem Taenit. Ein Taenitbelag als Saum der Kamacite fehlt. Es liegt somit von Chili ein Oktaedrit vor, bei dem eine Einformung des Kamacitanteils im Plessit unter Ausscheidung von Taenit nicht stattgefunden hat. Der firnisartige Glanz des Eisens veranlaßte Cohen, den von Domeyko mit 14% bestimmten Nickelgehalt als zu niedrig anzunehmen. Gemäß der hier dargestellten Struktur von Chili müßte der Nickelgehalt niedriger sein. Über meine Bitte hat Dr. Dittler[1] neue Bestimmungen des Nickel- und Kobaltgehaltes vorgenommen und sie mit 11·97% Ni und 0·56% Co gefunden. Struktur und chemische Zusammensetzung zeigen die erforderliche gute Übereinstimmung und verweisen Chili in die Abteilung der feinen Oktaedrite.

[1] F. Berwerth, Über das Meteoreisen von Chili (Tscherm. Min. petr. Mitt., Bd. *34* [1917], p. 272).

Iquique (Bild 2), Capeisen (Bild 3 und 4), Howard Co. (Kokomo) (Bild 5), Smithland (Bild 6), Morradal (Bild 7) gehören einer Gruppe von Eisen an, welcher bei einem Nickelgehalte von 15 bis 18% eine ausgesprochene lamellare Struktur eigen ist, die mit dem Perlit-Eutektikum im Kohlenstoffstahl vergleichbar ist. Man wird darum diese Eisen als Vertreter von reinen oder wenigstens nahezu reinen Plessiteisen auffassen dürfen. In meinem natürlichen System der Eisenmeteoriten habe ich die betreffenden Eisen als Plessitmeteorite zusammengefaßt und bis auf weiteres die Zusammensetzung des eutektoiden Plessits mit 18% Ni fixiert. Um Mißdeutungen vorzubeugen, ist der von v. Reichenbach Fülleisen = Plessit genannte Strukturgemengteil hinfort in einen mikrooktaedrischen oder nicht eutektoiden Plessit und in einen dichten oder lamellaren eutektoiden Plessit zu scheiden. In den plessitreichen Oktaedriten beobachten wir den eutektoiden Plessit in sehr feinkrystallinen dunkelgefärbten Feldern im Mikrooktaedrit. Seither hat Pfann[1] eine Studie über die Meteoreisen veröffentlicht. Er betrachtet den Mikrooktaedrit als zweite Segregation des Kamacits, für den der Name Plessit im Sinne von v. Reichenbach beibehalten wird. Als Mikrooktaedrit bezeichnen wir also das im kleinen wiederholte grobe Oktaedernetz, das wir im Gegensatz zum eutektoiden Plessit (Mikroplessit) auch als Makroplessit benennen können. Wie der Perlit des Kohlenstoffstahls bei einem Gehalt von 0·9% C aus Lamellen von Caementit (Fe_3C) und weichem Eisen (Ferrit) besteht, so ist im Eisen-Nickeleutektoid ein Zerfall in Kamacit und Taenit Erfordernis. Dem echten Perlit steht der eutektoide Plessit des San Cristobaleisens (Bild 8) vollständig gleich. Die lichten Lamellen entsprechen dem Taenit und die dunklen Lamellen dem Kamacit. Die Zusammensetzung des Plessits konnte leider bisher nicht festgestellt werden. Das Bild 8, entnommen der Publikation von Pfann,[1] soll uns die zweifellos echte Eutektoidstruktur veranschaulichen. Bei Übertragung der zwischen Taenit und

---

[1] E. Pfann, Über den inneren Gefügebau der meteorischen Nickeleisen. Mit 5 Tafeln (Zeitschr. f. Metallogr., Bd. 9 [1917], Heft 2, p. 65 bis 81).

Kamacit bestehenden Verhältnisse in San Cristobaleisen auf die hier abgebildeten Lamellenstrukturen der übrigen Eisen wären die hellen Streifen oder Lamellen als Taenit und die dunklen Streifen als Kamacit zu deuten. Wenn der gegabelte große Krystall im Kapeisen (Bild 3) ein Kamacit ist, was ich bezweifle, so muß der helle Randstreifen um den ganzen Krystall dem Taenit angehören. Man kann es nicht übersehen, daß dieses breite Band in hellen Fäden ausfranst und in das Lamellensystem eintritt. In ganz gleichen Verhältnissen sehen wir dann die hellen und dunklen Streifen (Taenit und Kamacit) in allen übrigen Eisen wiederkehren. Ferner bemerken wir auch mit verschiedener Deutlichkeit in sämtlichen Eisen, daß in etwas versteckter Form vom hellen Lamellensystem unterdrückte, aber immerhin auch zwei bis drei andere Richtungen des Oktaederbaues nach Ausdruck ringen. Daß die Parallelstruktur nach einem Oktaederflächenpaar verläuft, scheint mir auch darin begründet, daß z. B. im Kapeisen die bekannten Zwillingsbänder in der Ebene des allgemeinen Lamellensystems liegen. Es wäre die Krystallisierung nur nach einem Oktaederflächenpaar nichts Außergewöhnliches, da ja selbst in groben Oktaedernetzen recht häufig starke Scharungen der Balken eines Oktaederflächenpaares bestehen und ebenso häufig im feinen eutektoiden Plessit nur ein Balkensystem vorhanden ist oder vorherrscht und wie hier alle drei anderen Oktaederrichtungen unterdrückt sind. Von den hellen Linien muß ich berichten, daß sie es sind, welche das Einlenken zu einer Änderung der Flächenrichtung anzeigen.

Diese und einige andere Beobachtungen, gemacht mit dem gewöhnlichen Mikroskop unter Anwendung des Vertikalilluminators, bestimmen mich jetzt, bei erweiterten Erfahrungen einige Worte gegen die Auffassung zu sagen, daß in den genannten Eisen das reine oder nahezu reine Eisennickeleutektoid vorliegt.

Der im Kapeisen (Bild 4) schwimmende, dem Buchstaben S ähnlich gebogene große und dickgebauchte Krystall ist nach seinem Habitus und den im Innern vorhandenen Sprüngen und infolge der Sprödigkeit vorhandenen kleinen

Ausbrechungen ein Schreibersit. Um den Krystall legt sich eine mit der Dicke des Krystalls wechselnde, homogen erscheinende Hülle. Auch hier sehen wir wie bei dem gezahnten Krystall (Bild 3) die Hüllmasse als hellen Bestandteil in das Lamellensystem eintreten. In der Voraussetzung, daß der Krystalleinschluß einem Schreibersit entspricht, ist der Taenit als Hülle um Schreibersit eine Unmöglichkeit. Nach der von Guertler gegebenen Erklärung der Entstehung des Bandtaenits kann dieser nur um und auf Kamacit abgelagert werden. Der Mantel um den Schreibersit muß hier ebenso wie in anderen Fällen aus Epikamacit bestehen und ebenso müssen dann alle hellen Streifen im Lamellensystem als Kamacit aufgefaßt werden. Die dunklen Streifen oder Teile des Lamellensystems meine ich als eutektoiden Plessit bestimmen zu müssen. Die dunklen Streifen erscheinen weniger als ein homogener Körper und mehr als eine dichte Masse, in der die glänzenden runden und eckigen Körnchen wie auch Stäbchen von Taenit gleich glitzernden Sternchen vom dunklen Hintergrund sich abheben. Stellt man alle die Taenitpunkte auf Hochglanz, so kann man es nie erreichen, gleichzeitig auch nur eine einzige ebenso hochglänzende Linie zu entdecken, welche mit den übrigen Taenitpartikeln zusammen einspiegelte. Wären die hellen Streifen und Linien in allen Bildern wirklich Taenit, so müßten jedesmal die hellen Streifen als ein durch Hochglanz ausgezeichnetes Lamellensystem aufleuchten. Dies ist nun in keinem der genannten Eisen der Fall. Ich halte die hellen, wenn auch sehr schmalen Streifen für Kamacit und hierin bestärkt mich auch die obenerwähnte Erscheinung im Oktaedernetz, daß es die hellen Streifen sind, welche die Tendenz zur Umlegung einer Richtungsänderung anstreben, eine Eigenschaft, welche nur dem Kamacit zukommt. Er ist der Bildner und Träger des Oktaedernetzes, während der Taenit im Oktaedernetz nur eine sekundäre und vom Kamacit abhängige Rolle inne hat.

Meine Vorstellung von der Zusammensetzung der abgebildeten lamellierten Eisen läßt sich durch Vergleichung mit dem Zustande in Chili (Bild 1) gut verdeutlichen. Was wir hier verhältnismäßig makroskopisch sehen, tritt uns in

dem einfach lamellaren Eisen in vielfacher Verkleinerung und Verfeinerung entgegen. Mit dem Steigen des Nickelgehaltes sind die Kamacitbalken zu sehr feinen Blättern, beziehungsweise auf Linien zusammengeschrumpft, denen der eutektoide Plessit in ziemlich geschlossenen Streifen und Streifchen zwischengeschichtet ist. Gegenüber Chili hat die eutektoide Plessitmasse über den Kamacit entschieden das Übergewicht gewonnen. Zur Ausscheidung des einheitlichen eutektischen Gemenges scheint es erst zu kommen, wenn eine Legierung mit einem über 18% hinausgehenden Nickelgehalt als Anfangsprodukt gegeben ist. Ein reines Plessiteutektoid dürfte nach diesen hier neu geschöpften Erfahrungen, deren Bestätigung ich mir erwarte, erst bei einer Mischung mit 19 bis 20% oder noch etwas mehr Nickelgehalt erreicht sein.

II. Metabolite

(durch künstliche Erhitzung umgewandelte Meteoreisen).

Was ich über die Metabolite gesagt habe, ist in meinen Arbeiten »Künstlicher Metabolit« [1] und »Ein natürliches System der Eisenmeteoriten« [2] einzusehen. Die Zustände eines oktaedrischen Eisens bei verschiedener Dauer der Erhitzung und Temperatur haben Fränkel und Tammann [3] studiert und diesen Übergang des meteorischen Nickeleisens in das technische Nickeleisen in Bildern dargestellt.

Die abgebildeten metabolitischen Strukturen der Eisen von Hammond (Bild 9), Rafrüti (Bild 10), Babbs Mill (Blake'sches Eisen, 1876) (Bild 11) haben sich aus nickelärmeren Oktaedriten herausgebildet. Ihre Erhitzung hat wiederholt oder nur einmal nahe der Schmelztemperatur und längere Zeit stattgefunden. Hierauf deutet die schöne polygone Körnerbildung. Das überschüssige Nickel aus dem

---

[1] F. Berwerth, diese Sitzungsberichte, Bd. 114 [1905], Abt. 1, p. 343 bis 356.

[2] Ebenda, Bd. 123 [1914], Abt. 1, p. 1063 bis 1068.

[3] Fränkel und Tammann, Zeitschr. für anorgan. Chem., Bd. 60 (1908), p. 416. Bilder hieraus auch abgebildet in Tammann, Lehrbuch der Metallographie (1914).

Taenit hat sich in der Grundmasse verteilt, welche in die Körner des technischen Nickeleisens zerfallen ist. Der Stil der Körnerform gleicht vollständig der Körnerbildung in irdischen metamorphen Gesteinen, z. B. im krystallinischen Kalk. Es besteht keine Abhaltung, die körnige Struktur in diesen umgewandelten Eisengesteinen ebenso wie in den irdischen metamorphen Gesteinen als »granoblastische Struktur« zu bezeichnen. In beiden Fällen sind die Körner im festen Zustande gewachsen, nur die Anregungen zur molekularen Umlagerung sind verschieden gewesen.

Von Hammond (Bild 9) wird berichtet, ein Stück vom ursprünglichen Blocke sei abgetrennt und verschmiedet worden. Bei dieser Gelegenheit ist wohl der ganze Block ins Feuer gekommen, um die Abtrennung durch Abstemmen zu erleichtern. Die bis zur Erweichung des Blockes gediehene Erhitzung weisen sämtliche Handstücke aus, da das restlich erhaltene Netz eines mittleren Oktaedriten in wogende Bewegung gekommen und noch gut kenntlich ist. Alle zwischen dem Netz liegenden Teile sind in die feinkörnige, hier abgebildete Strukturform übergegangen.

Von Rafrüti (Bild 10) wissen wir, daß der 18 *kg* schwere Block länger als ein Jahrzehnt auf einem Bauernhof gelegen ist und während der ganzen Zeit im Winter erhitzt worden ist, um zur Erwärmung der Viehtränke und der Betten zu dienen. Die wiederholte Erhitzung hat genügt, den feinen Oktaedrit in die schöne polyedrische Körnerstruktur überzuführen.

Die vorgeführte Körnerstruktur des Eisens von Babbs Mill (Blake'sches Eisen, 1876) (Bild 11) deckt sich vollständig mit jener in Hammond und Rafrüti. Es bleibt nur zu bemerken übrig, daß die äußere Form des Babbs Milleisens, die mit einer meterlangen, flachgedrückten Zigarre verglichen wird, sich nicht recht zu den anderen vielen meteorischen Eisenformen anpassen läßt. Es wird bei dem Fehlen jedweder Meteortracht an der gestreckten Linse der Verdacht rege, daß man es hier mit einem Kunstprodukt zu tun hat, das wegen seines Nickelgehaltes den Meteoreisen zugewiesen worden ist. In diesem Falle hätten wir es mit

einem im vorhinein als technisches Nickeleisen hergestellten Eisennickelguß zu tun. Die gleichmäßige, schöne, polyedrische Struktur dieser Metabolite kann als charakteristischer, fertiggebildeter Metabolittypus genommen werden.

Eine von den drei ersten etwas verschiedene Körnerstruktur besitzt das erhitzte Eisen von Terneren (Bild 13), das ein Abkömmling eines plessitreichen Eisens ist. Seine Erhitzung ist nicht beglaubigt. Es besteht aus zweierlei Körnern. Die hellen Körner sind die neu gebildeten Körner technischen Nickeleisens und die dunklen Körner noch nicht eingeformter eutektoider Plessit.

Das Strukturbild ist noch unfertig, läßt aber schon jetzt erkennen, daß fortgesetzte Erhitzung zur Entwicklung einer vollendeten netzig-polyedrischen Körnerstruktur führen wird.

Vom Eisen Deep Springs Farm (Bild 12) wird keine Erhitzung gemeldet. Sein Nickelgehalt verweist es unter die feinsten Oktaedrite. Von dem spreuartig aufgelösten Oktaedernetz glaube ich die Spuren dreier Balkensysteme zu erkennen. Die schmalen Kamacitbalken haben begonnen, sich in Körner aufzulösen. Den dunklen Partien, bestehend aus dunklen und hellen, sehr unregelmäßigen Körnern, deren Konsolidierung ebenfalls noch nicht erreicht ist, liegt der Plessitanteil zugrunde. Die Veränderung der Struktur hat erst begonnen und ist wegen ungenügender Erhitzung im ersten Umwandlungsstadium steckengeblieben.

Der Block des zweiten Eisens von Babbs Mill (Troostsches Eisen, 1842) (Bild 14) ist nach Troost erhitzt worden, weil man einen Silbergehalt darin vermutete. Auch ohne diese Bürgschaft müßte Babbs Mill als ein strukturell verändertes Eisen bezeichnet werden. Das Eisen enthält nahezu 18% Ni. Es hat demnach ursprünglich ein einheitlich dichtlamellares oder dichtes unorientiertes Plessitgemenge vorgelegen. Von den gequollen aussehenden dunklen Körnern sind viele stabförmig aneinandergereiht und würden damit auf das Ursprungsmaterial eines lamellaren Plessit hindeuten. Das grobe polyedrische Netz halte ich für eine primäre Bildung, wonach das Urstück ein Granoplessit war. Jedes Korn besaß seine eigene Orientierung und erst innerhalb

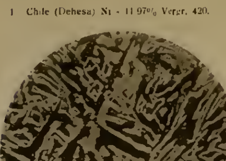
der Maschen ist jedes Korn unabhängig vom Nachbarkorn in den Zerfall eingetreten.

Metallmikroskopische Studien, ausgeführt von einem erfahrenen Metallographen, werden an diesen mitgeteilten Bildern vielleicht manche Ergänzung hinzuzufügen haben. Zunächst wären die hexaedrisch metabolitischen Eisen vorzunehmen. Ihr Bestand, nur aus dem einen nickelarmen Bestandteil Kamacit, dürfte auch für theoretische Ableitungen einfachere Grundlagen bieten als die nickelreichen Eisen, bei deren Zerfall uns über das Verhalten des Taenit und der Diffusion seines Nickelgehaltes in die Nickeleisenkörner noch wenig bekannt ist.

Mit der Veröffentlichung dieser Bilder wollte ich mehr einen neuen Anreiz zu weiteren Untersuchungen der veränderten Meteoreisen ausüben und wünsche, daß deren Wiedergabe in diesem von mir angedeuteten Sinne aufgenommen werde.



1. Chile (Dehesa) Ni = 11·97% Vergr. 420.







2. Iquique Ni = 15·41% Vergr. 250

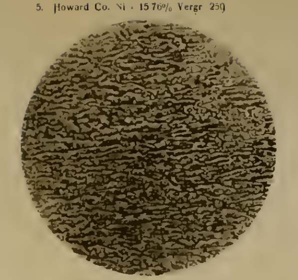
3. Capeisen Ni = 15·67% Vergr. 250.

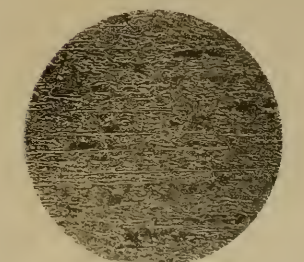




4. Capeisen Ni = 15·67% Vergr. 250.

5. Howard Co. Ni = 15·76% Vergr. 250

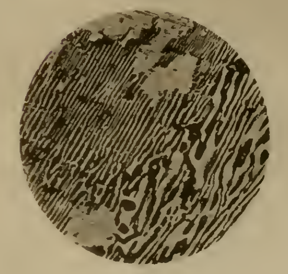




6. Smithland Ni = 16·42% Vergr. 250.

7. Morradal Ni = 18·77% Vergr. 420

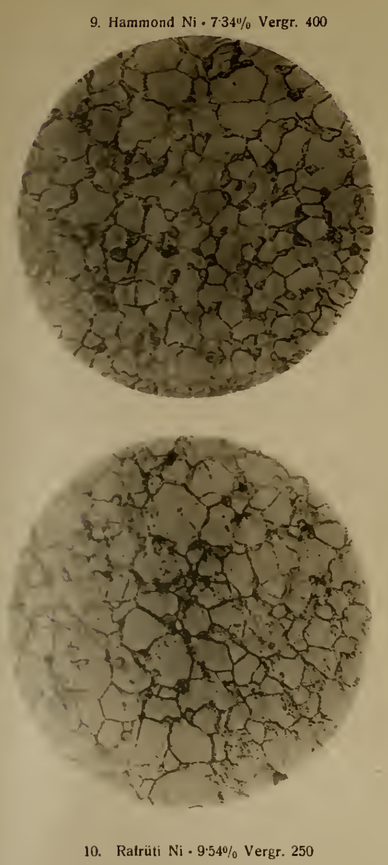




8. San Cristobal Ni ? Vergr. 50

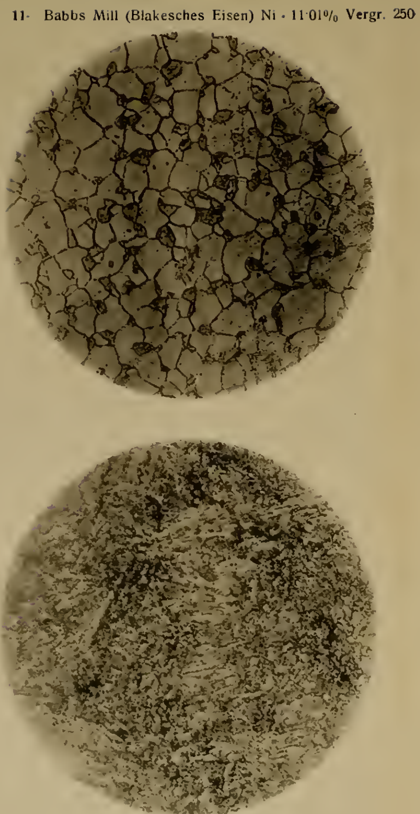


9. Hammond Ni · 7·34% Vergr. 400



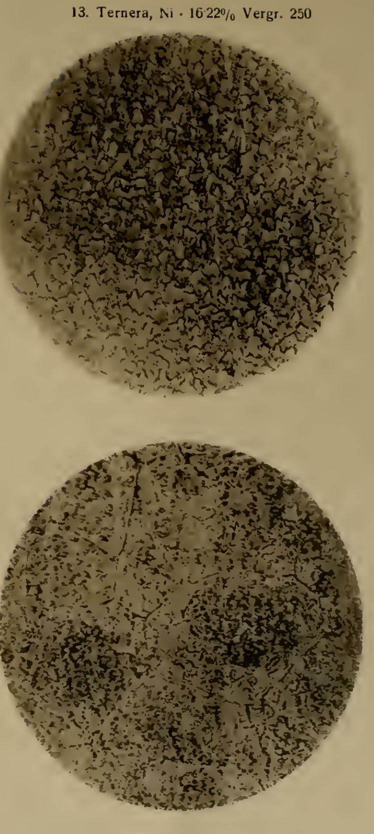
10. Rafrüti Ni · 9·54% Vergr. 250

11. Babbs Mill (Blakesches Eisen) Ni · 11·01% Vergr. 250



12. Deep Springs Farm Ni · 13·44% Vergr. 400

13. Ternera, Ni · 16·22% Vergr. 250



14. Babbs Mill (Troost'sches Eisen 1842) Ni · 17·74 Vergr. ?

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien